

Die Kosten der Modellabteilung "Joghurt" am Beispiel der Herstellung von Rührjoghurt mit Früchten

Von H. Widera, E. Schmidt und R. Hargens

Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft, Bundesanstalt für Milchwirtschaft,
Postfach 60 69, 24121 Kiel

1. Einleitung

Die vorliegenden Modellkalkulationen zur Joghurtproduktion ergänzen die Reihe der Darstellung von Produktionskosten bei der Herstellung von Milchprodukten. Als Instrumentarium wird die Modellabteilungsrechnung (1) mit dem Ziel angewandt, Wissenschaft und Praxis bei der Gestaltung optimaler Produktionsstrukturen in der Milchwirtschaft zu unterstützen und Richtwerte zur Kontrolle von Molkereiabteilungskosten bereitzustellen.

Die Untersuchung der Kosten in der Abteilung "Joghurt" erfolgt auf der Grundlage von Modellbetrachtungen, die eine Analyse unter definierten Bedingungen ermöglicht. Es werden damit Voraussetzungen geschaffen, Simulationsrechnungen zur Quantifizierung verschiedener Kosteneinflussfaktoren, insbesondere der Kapazitätsgröße und -auslastung, durchzuführen.

Für die Umsetzung der allgemeinen technischen Prozessbedingungen und die maschinelle und bauliche Ausgestaltung der Modellabteilungen lieferten verschiedene Firmen¹⁾ des Maschinen- und Anlagenbaus, der Verpackungs- und Reinigungsmittelbranche und der Ingredienzenherstellung für die Molkerei- und Lebensmittelindustrie sowie ausgewählte Betriebe mit Joghurtproduktion zahlreiche Informationen. Ihnen sei für die produktive Zusammenarbeit und sachkundige Fachberatung an dieser Stelle herzlich gedankt.

2. Grundlagen der Modellabteilungsrechnung

In den Modellkalkulationen werden die Kosten der Abteilung "Joghurt" unter definierten, vergleichbaren Bedingungen ermittelt. Nach dem Verursachungsprinzip wird der Verbrauch an Produktionsfaktoren erfasst, mit aktuellen Faktorpreisen bewertet und als Einzelkosten des Artikels oder als Einzelkosten der Abteilung verrechnet. Aus der Summe der Einzelkosten beider Bezugsgrößen ergeben sich die Gesamtkosten der Abteilung, die für einen Jahresoutput berechnet und als Stückkosten ausgewiesen werden (1).

1) Die der Arbeit zugrundeliegenden Daten lieferten die Firmen GEA Finnah GmbH (Ahaus), Benhil-Gasti Verpackungsmaschinen GmbH (Neuss), A+F Automation u. Fördertechnik GmbH (Kirchlengern), KTW Anlagenbau GmbH (Ditzingen), Westfalia Systemtechnik GmbH (Borgholzhausen), Tschritter GmbH (Gifhorn), Autobar Packaging Germany GmbH (Ravensburg), Hueck Folien GmbH (Weiden), Kappa Papierfabrik GmbH (Herzberg), Tews GmbH (Berg), Chr. Hansen GmbH (Nienburg), Lausitzer Früchteverarbeitung GmbH (Frickenhausen), Henkel- Ecolab Deutschland GmbH.

Die in die Kalkulation einbezogenen Kostenartengruppen umfassen die Kosten für Personal, Energie und Betriebsstoffe, Verpackung, Hilfs- und Zusatzstoffe sowie die Anlage- und Rohstoffkosten, die in jahresfixe, tagesfixe und mengenproportionale Kosten unterteilt sind. Die Mengenverbräuche werden aus der maschinellen und baulichen Ausstattung der Modelle abgeleitet.

Mit der Nutzung eines eigens für die Modellabteilungsrechnung im Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft erarbeiteten dBase-Programmes werden die in relationalen Datenbanken gespeicherten Informationen berechnet.

Die Simulationsrechnungen werden durchgängig als Jahresrechnungen durchgeführt. Stichtag für alle zeitabhängigen Faktorpreise ist der 1. Januar 1999.

2.1 Verfahrensschritte bei der Herstellung von Joghurt

Die Untersuchung der Herstellungskosten für Joghurtherzeugnisse ist auf die Standard-sorten "Rührjoghurt mit Früchten" begrenzt. Als Rohstoff wird eine Vollmilch mit 3,5% Fettgehalt angenommen, wobei das zu kalkulierende Endprodukt durch einen Frischfruchtanteil von 6,2% und einen Zuckergehalt von 12% gekennzeichnet ist (2). Als Joghurtverpackung wird die marktgängige Verpackungsgröße von 150 g in Kunststoffbechern (3) herangezogen.

Der Produktionsprozess wird in die Produktionsstufen *Joghurtbereitung*, *Abfüllung* und *Lager* gegliedert, in denen die Faktoreinsatzmengen verursachungsgemäß erfasst und bewertet werden. Im Rahmen der Modellabteilung wird die Joghurtherstellung – beginnend mit der Milchübernahme aus dem Betriebsraum bis zur Joghurtkühlagerung (Abb. 1) – in automatisierter, kontinuierlicher Prozessführung simuliert.

Die fettgehaltsstandardisierte, pasteurisierte, auf 8°C gekühlte Verarbeitungsmilch wird aus dem Betriebsraum in das Mischtanklager geleitet. In der Mischstation wird zur Verbesserung der Viskosität des Endproduktes die Milch durch den Zusatz eines in der Praxis häufig verwendeten Milcheiweißerzeugnisses im Proteingehalt angereichert. Des Weiteren ist entsprechend der vorgesehenen Rezeptur (4) die Zugabe von Zucker notwendig, um die erforderliche Süße im Joghurt zu erreichen. Die Feststoffe werden über einen Mischtsch mit Injektor in den Feststofflösetank eingebracht, mit Milch gelöst und über eine Mischzirkulationspumpe solange im Kreislauf gefahren, bis sie völlig dispergiert sind.

Im Anschluss daran passiert die Joghurtmilch im indirekten Erhitzungsverfahren die Wärmeaustauschersektionen mit der Thermisierung auf 58°C, der Hoherhitzung auf 95°C bei einer Heißhaltezeit von 6 Minuten und der Kühlung auf Säuerungstemperatur von 43°C. Die in den Produktkreislauf integrierte Homogenisierung ist der Thermisierung nachgeschaltet.

Für den Fermentationsprozess wird die in Fermentationstanks geförderte Milch (43°C) direkt mit einer gefriergetrockneten DVS-Joghurtkultur beimpft. Nach Erreichen des gewünschten pH-Wertes von 4,5 in der Säuerungszeit von ca. 5 Stunden wird die Joghurtgallerte aufgerührt, im Wärmeaustauscher auf 25°C gekühlt und in die Frucht-mischtankanlage gepumpt. Die Fruchtkonzentratzuführung aus bereitstehenden Containern in die Tankanlage sowie das Einmischen des Fruchtzusatzes in den Rührjoghurt beschließen die Bearbeitungsvorgänge der Joghurtbereitung. Die Kapazität der in diesem Bereich eingesetzten Tanks ist so ausgerichtet, dass die volle Tagesproduktion durch Mehrfachnutzung der Behältersysteme gesichert ist.

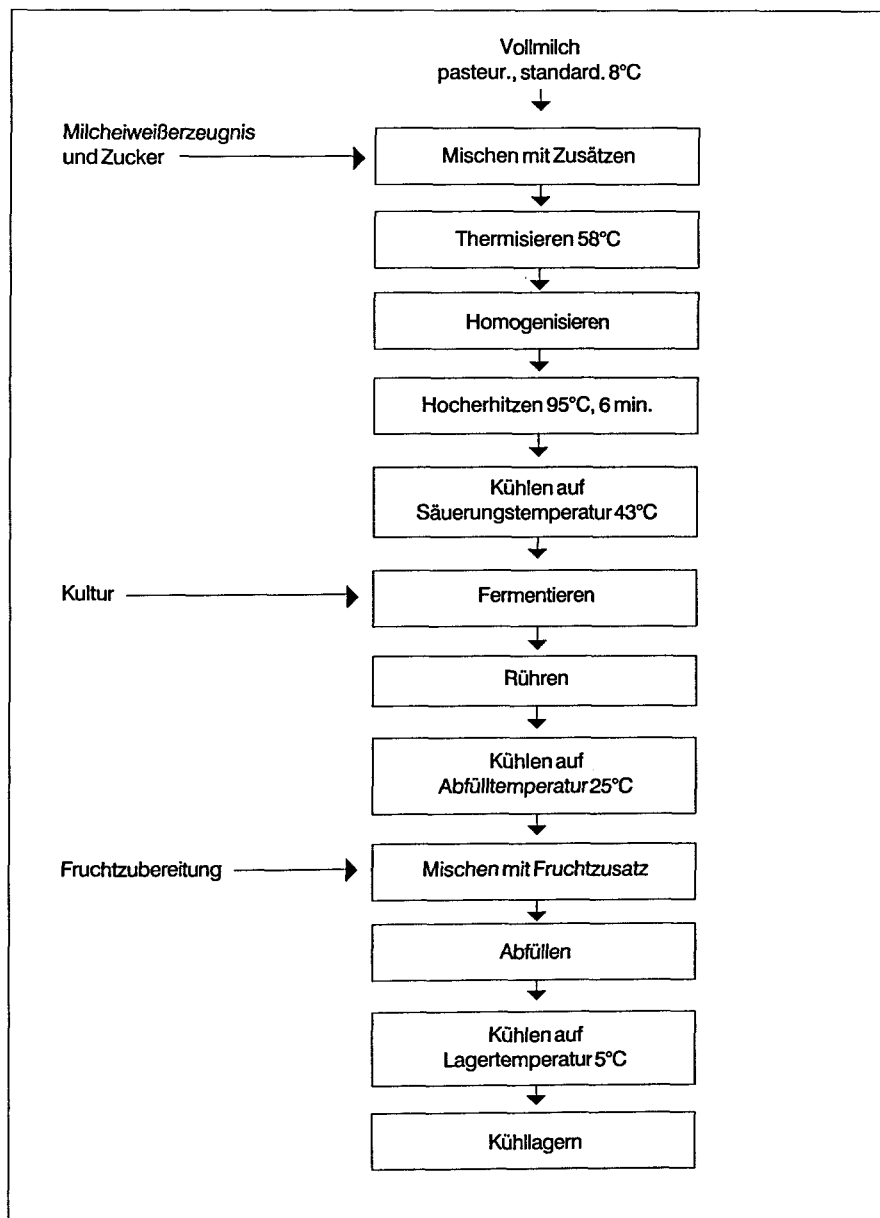


Abb. 1: Verfahrensablauf der Rührjoghurtherstellung mit Früchten

Den unmittelbar anschließenden Verfahrensschritt kennzeichnet das Abfüllen des Fruchtjoghurts in vorgefertigte 150-g-Kunststoffbecher. Hierbei ist der Verpackungsablauf in der vollautomatischen Becherfüll- und Verschließmaschine so gestaltet, dass die

Becher über ein Vorratsmagazin mehreren Maschinenbahnen zugeführt, durch Packmittellentkeimung mit Wasserstoffperoxid sterilisiert, über eine volumengenaue Dosiertechnik gefüllt und mit geprägten, sterilen Flachdeckeln aus siegelfähiger Aluminiumfolie verschlossen werden. In direktem Verbund mit dem Hauptaggregat setzt die Bechereinpackmaschine jeweils 20 Becher packschemagerecht in die über einen Steigenherstellautomaten gefertigten Kartonsteigen. Transportbänder führen die Sammelpackungen zur Palettieranlage, die 128 Steigen in 16 Lagen auf eine Palette stapelt. Der nachfolgende Durchlauf des palettierten Joghurts durch den Kühltunnel dient der schnellen und gleichmäßigen Absenkung der Abfüll- (25°C) auf Lager-temperatur (5°C), die durch Einzelpalettenkühlung mit Ventilatorbelüftung möglich wird. Die auf Förderbändern weitergeleiteten Joghurtpaletten erreichen unter vorheriger Sicherung mit automatischer Stretchfolienumwicklung das Kühlager.

Das Kühlager hat ein Fassungsvermögen von drei Tagesproduktionen. Es ist als Satellitenkompaktlager mit Paletteneinzelplatzierung in Lagerkanäle konzipiert und wird über mehrere Ebenen mittels eines Regalfahrzeugs beschickt (Westfalia Systemtechnik).

Die Reinigung der Tankstationen sowie der milchführenden Ausrüstungen übernimmt die interne CIP-Station, wobei die Becherfüll- und Verschleißmaschine mit einem eigenen Reinigungssystem ausgestattet ist. Für alle weiteren Anlagen ist eine externe Reinigung vorgesehen.

2.2 Modellbildung

Für die Untersuchung der Kosten in der Modellabteilung werden drei Modelle eingerichtet, die in Abhängigkeit von der leistungsbestimmenden Becherfüll- und Verschleißmaschine Kapazitätsgrößen von 27.900 bis 167.400 Becher/Stunde abbilden.

Tab. 1: Spezifische Modelldaten

Basisdaten	Einheiten	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Relative Kapazität	%	100	300	600
Kapazität Tankanlagen	1.000 l	146	312	590
Abfüllanlage				
- Nennleistung	Be/Std.	1 x 30.000	2 x 45.000	3 x 60.000
- Istleistung	Be/Std.	27.900	83.700	167.400
Kapazität Lager	Paletten	720	2.070	4.050
Produktionstage	Anz./Jahr	250	250	250
Produktionsstunden (100% Besch.)	Std./Tag	20	20	20
Jahresproduktion (100% Besch.)				
- in Bechern	Mio. Be/Jahr	138	415	829
- in Tonnen	t/Jahr	20.782	62.357	124.727

Die aus der Stundenleistung der Abfülllinie abgeleiteten relativen Kapazitäten von 100 bis 600 % (Tabelle 1) drücken das Verhältnis der Kapazitätsgrößen zueinander aus. Alle vor- und nachgelagerten Kapazitäten in den Unterabteilungen sind dem Leistungsvermögen der Abfülllinie angepasst.

Eine Kapazitätsauslastung von 100% bedeutet, dass die produktive Laufzeit der leistungsbestimmenden Abfülllinie 20 Stunden/Tag an 250 Produktionstagen im Jahr umfasst. Daraus leiten sich für die Modelle 1 bis 3 maximal mögliche Jahresmengen von 138,2 Mio. bis 829,3 Mio. Becher/Jahr ab, die Produktionsmengen von 20.782 t bis 124.724 t Joghurt entsprechen.

Um die Auswirkungen variierender Kapazitätsauslastungen auf die Kosten beurteilen zu können, werden in den drei Modellgrößen durch Reduzierung der täglichen Produktionszeit von 20 auf 4 Stunden Beschäftigungssituationen von 100 bis 20% simuliert.

3. Investitionen

Gemäß den Kapazitätsgrößen werden die für das Fertigungsverfahren vorgesehenen maschinellen und baulichen Anlagen den einzelnen Abteilungen modellgerecht zugeordnet. Tabelle 2 gibt einen Überblick über alle zur Anwendung kommenden produktionstechnischen Ausrüstungsgegenstände und Bauten mit den jeweiligen Investitionsbeträgen. Weitere Angaben beziehen sich auf

- Anzahl, Leistung bzw. Größe der Anlagegüter,
- die kalkulatorischen Nutzungsdauern, die für die maschinelle Ausrüstung nach ökonomischen Gesichtspunkten und technischen Entwicklungsmöglichkeiten auf maximal 15 Jahre und für die Gebäude auf 40 Jahre begrenzt sind,
- die Instandhaltungsquote als prozentualer Anteil an den jeweiligen Investitionsbeträgen, die der Ermittlung des fixen maschinellen und baulichen Instandhaltungsaufwandes und der mengenproportionalen Reparaturkosten (s. 4.1) dient.

Die maschinellen Investitionen basieren auf stark aggregierten Listenpreisen der Maschinenhersteller, die zum Teil den von Apparatebauern eingeschätzten Montage- und Materialaufwand sowie den Aufwand für die elektronische Prozesssteuerung mit beinhalten. Die Höhe der baulichen Investitionen richtet sich nach den aus der Statistik abgeleiteten Preisen für Gebäude und Grundstücksflächen.

Die technische Ausstattung (5) des Produktionsbereiches der Modellabteilung ist für eine aus der Leistungsgröße der Abfüllanlage heraus ermittelte 100%ige Beschäftigung konzipiert und in allen Modellen dreischichtig organisiert.

Zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Produktionsflusses sind die modellspezifischen Leistungen der Joghurtprozesslinie und der Abfüllanlagen aufeinander abgestimmt. Anzahl und Größe der für die Joghurtbereitung je Modell vorgesehenen speziellen Tankanlagen sind so dimensioniert, dass der Produktionsrhythmus durch abwechselndes Befüllen und Entleeren gesichert ist. Die Investitionsbeträge verstehen sich einschließlich Rührwerke, Messtechnik, Pumpen, Ventilverschaltungen und sterile Be- und Entlüftungseinheiten.

Als Erhitzungsanlage ist ein Plattenwärmeaustauscher mit Heiz- und Kühlsektionen und einem Rohrheizhalter vorgesehen. Die mutative Kapazitätserweiterung dieses Ausrüstungsgegenstandes sowie des einstufigen Homogenisators schlägt sich mit zunehmender Modellgröße in steigenden Investitionsbeträgen nieder.

Die Modelle 1 bis 3 kennzeichnen ein einheitliches Abfüllverfahren, dessen Hauptaggregat die Becherfüll- Verschießanlage mit ultracleanem Hygienestandard ist. Die Auswahl differenzierter Anlagentypen richtet sich nach der kapazitiven Auslegung der Modelle. Das Funktionsmuster der im Modell 1 genutzten Abfüllanlage zeichnet sich durch manuelle Magazinbeschickung für Becherstangen und vollautomatisierte Becher-

Tab. 2: Anlagegüter in den Modellen der Joghurtabteilung (Teil 2)

lfd. Nr.	Anlagegüter	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Nutzungs- dauer Jahre	Instand- haltungs- quote %
		Anzahl Größe ¹⁾	Investitions- summe 1.000 DM	Anzahl Größe ¹⁾	Investitions- summe 1.000 DM	Anzahl Größe ¹⁾	Investitions- summe 1.000 DM		
13	Palettierer (inkl. Palettenmagazin, Zwischenlagenaufleger)	1 x 250	300,0	2 x 250	600,0	3 x 250	900,0	8	1,5
14	Kühltunnel	1 x 15	450,0	2 x 22	1.200,0	4 x 22	2.400,0	10	1,5
15	Stretchfolienwickelautomat	1	250,0	2	500,0	3	750,0	8	1,5
16	Montage, Material		650,0		1.430,0		2.593,0	8	1,5
17	Paletten	870	13,1	2.620	39,3	5.230	78,5	3	0,5
18	Gabelstapler	1	90,0	1	90,0	2	180,0	5	5,5
19	Gebäude (6 m Höhe)	300	342,0	500	570,0	700	798,0	40	2,0
			5.409,2		11.671,7		20.937,6		
20	Kühlager Kühltechnik		85,5		164,0		249,0	15	1,5
21	Satellitenkompaktlager	720	845,0	2.070	1.340,0	4.050	2.557,0	15	1,5
22	Gebäude (12/18/18 m Höhe)	250	593,8	420	1.413,6	750	2.493,8	40	2,0
			1.524,3		2.917,6		5.299,8		
23	Grundstück Abteilung	950	33,3	1.520	54,0	2.450	85,8		
	Abteilung		11.985,7		24.098,5		43.433,3		

¹⁾ Tanks in l; Erhitzer u. Homogenisator in l/h; Abfüllanlage in Be/h; Steigenhersteller in Steigen/h; Palettierer in Lagen/h; Kühltunnel in Paletten/h; Satellitenlager in Palettenplätze; Gebäude u. Grundstück in m²

Tab. 2: Anlagegüter in den Modellen der Joghurtabteilung (Teil 1)

lfd. Nr.	Anlagegüter	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Nutzungs- dauer Jahre	Instand- haltungs- quote %
		Anzahl Größe ')	Investitions- summe 1.000 DM	Anzahl Größe ')	Investitions- summe 1.000 DM	Anzahl Größe ')	Investitions- summe 1.000 DM		
	Joghurtbereitung								
1	Mischtanks mit Mischstation (inkl. Rührwerk, Pumpen, Ventile)	3 x 20.000	725,2	3 x 40.000	1.470,0	4 x 40.000	2.842,0	15	0,25
2	Erhitzungsanlage (inkl. Pumpen, Ventile)	1 x 8.000	372,4	1 x 15.000	529,2	1 x 28.000	705,6	15	0,25
3	Homogenisator	1 x 8.000	147,0	1 x 15.000	205,8	1 x 28.000	401,8	15	0,25
4	Fermentationstanks (inkl. sterile Be- u. Entlüftung, Rührwerk, Ventile)	3 x 20.000	901,6	7 x 20.000	2.205,0	7 x 40.000	4.508,0	15	0,25
5	Fruchtmischtanks (inkl. sterile Be- u. Entlüftung, Rührwerk, Ventile)	2 x 13.000	313,6	4 x 13.000	637,0	6 x 25.000	1.038,8	15	0,25
6	CIP-Anlage		509,6		931,0		1.568,0	15	0,25
7	elektron. Prozesssteuerung		460,6		764,4		1.146,6	15	1,00
8	Montage, Material		1.132,9		1.999,2		3.759,3	15	0,25
9	Gebäude (6 m Höhe)	400	456,0	600	713,6	1.000	1.140,0	40	2,00
			5.018,9		9.455,2		17.110,1		
	Abfüllung								
10	Becherfüll- u. Verschließanlage (inkl. Bechermagazin, -einpacker, Reinig.-, Sterillufteinheit)	1 x 30.000	3.109,1	2 x 45.000	6.738,4	3 x 60.000	11.867,1	8	1,5
11	Steigenherstellautomat	1 x 2.400	205,0	2 x 2.400	410,0	6 x 2.400	1.230,0	8	1,5
12	Doppelsteigenstapler		-	2	94,0	3	141,0	8	1,5

zuführung, Packmittelsterilisation, Becherfüllung und -versiegelung sowie Bechersammelpackung auf einer sechsbahnigen, zweireihig arbeitenden Prozesslinie aus. Dagegen verfügen die in den beiden größeren Modellen gelisteten Anlagentypen über neun bzw. zwölf parallel laufende Bahnen, so dass die quantitative Kapazitätserweiterung in Leistung und Anzahl der Anlagen einen progressiven Anstieg der Investitionen verursacht.

In Anpassung an das Leistungsvermögen der modellspezifischen Abfülllinien ist die Anordnung der Steigenherstellautomaten so ausgelegt, dass in den kleineren Modellen eine Anlage für jeweils eine Abfülllinie ausreichend ist, im Modell 3 die doppelte Anzahl zur Verfügung stehen muss. Somit resultiert die Investitionszunahme von Modell zu Modell aus der mengenbedingten Vermehrung von einer über zwei auf sechs Anlagen.

Mit der Position Palettierer werden in den Modellen leistungsgleiche, vollautomatische Linien in multipler Kapazitätserweiterung ausgewiesen, die inklusive der Zusatzaggregate Leerpallettenmagazin und Zwischenlagenaufleger den monetären Komplexbetrag bilden. Durch den Einsatz vorgeschalteter Stapelstationen in den Modellen 2 und 3 erhöht sich zusätzlich die Palettierleistung.

Der für den gleichmäßigen Kühlungsprozess in der Endverpackung erforderliche Kühltunnel unterscheidet sich gemäß der modellspezifischen Aufstellung in seiner Größe von 15 m und 20 m sowie in seiner kapazitiven Kühlleistung von 15 bzw. 22 Paletten je Stunde. Die Anlagenvervielfachung bis zum Modell 3 ist – wie auch der Einsatz der Stretchfolienautomaten – Grund für steigende Investitionssummen.

Die Anzahl Europaletten ist auf die Kapazität von vier Tagesproduktionen festgelegt und steigt mengenproportional mit zunehmender Modellgröße.

Der Investitionsanteil der Kühltagerung basiert auf der Zielsetzung, die Joghurtmenge von drei Produktionstagen bei voller Ausnutzung der Produktionskapazität lagern zu können. Demnach fließen die Anlagenkomplexe der Kühltechnik (Verdichter, Kondensator, Verdampfer) und des Satellitenkompaktlagers (Hochregalsystem, Satellitentechnik, elektronisches Lagerverwaltungssystem) in modellspezifischem Ausmaß in den Investitionsbetrag ein.

Die Aufwendungen für die räumliche Unterbringung der Anlagen einschließlich des dazu erforderlichen Platzbedarfs für Transportbewegungen finden ihren Ausdruck in der baulichen Investition. Der Vergleich der baulichen mit den maschinellen Investitionen macht in Abbildung 2 deutlich, dass die Baubeträge zusammen mit der Grundstücksbewertung nur in minimalem Verhältnis zu den Ausrüstungsbeträgen stehen; ihr Anteil an den Gesamtinvestitionen beläuft sich auf rd. 11% (modellweise schwankend).

Die Gesamtinvestitionen der Joghurtabteilung betragen für das kleinste Modell 12 Mio. DM und das größte Modell 43,4 Mio. DM. Während sich die Verarbeitungskapazität über die Modelle versechsfacht, steigen die Gesamtinvestitionen des dritten Modells auf das 3,6-fache Niveau des ersten Modells.

Der Einfluss der Kapazitätsgröße auf die Höhe der Investitionen der Modelle zeigt sich aus der Gegenüberstellung der Investitionen mit dem Jahresoutput an Joghurt (Abbildung 3). Sind im Modell 1 87 DM je 1.000 Becher zu investieren, so ist dieser Betrag mit zunehmender Modellgröße um 35 DM (Modell 3) gesunken. Im Modellvergleich ergeben sich Degressionseffekte in unterschiedlicher Höhe. Mit der Kapazitätsgröße des Modells 2 lässt sich gegenüber dem Modell 1 ein Einsparungspotential von 29 DM erzielen, das sich beim Übergang von Modell 2 zu Modell 3 nur noch um 6 DM, bedingt durch die fast proportionale Entwicklung der Investitionen zum Output, erweitert.

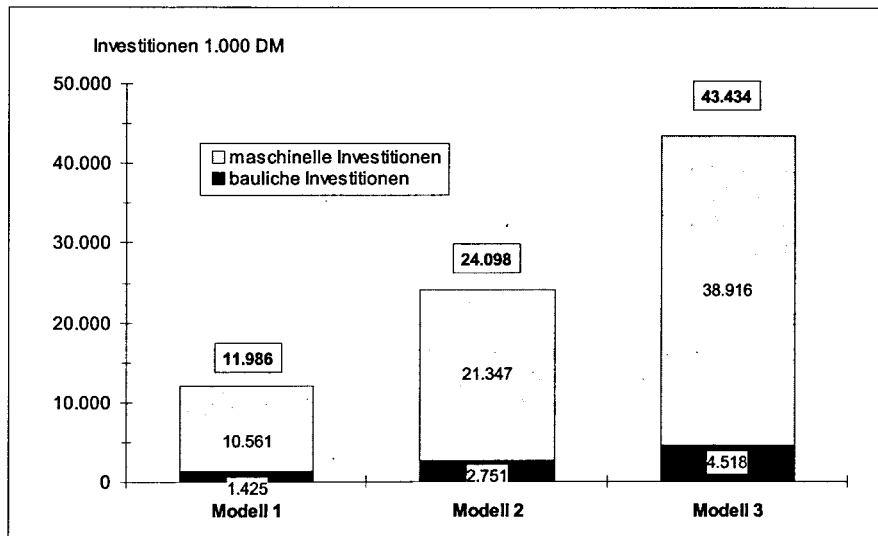


Abb. 2: Maschinelle und bauliche Investitionen der Modelle

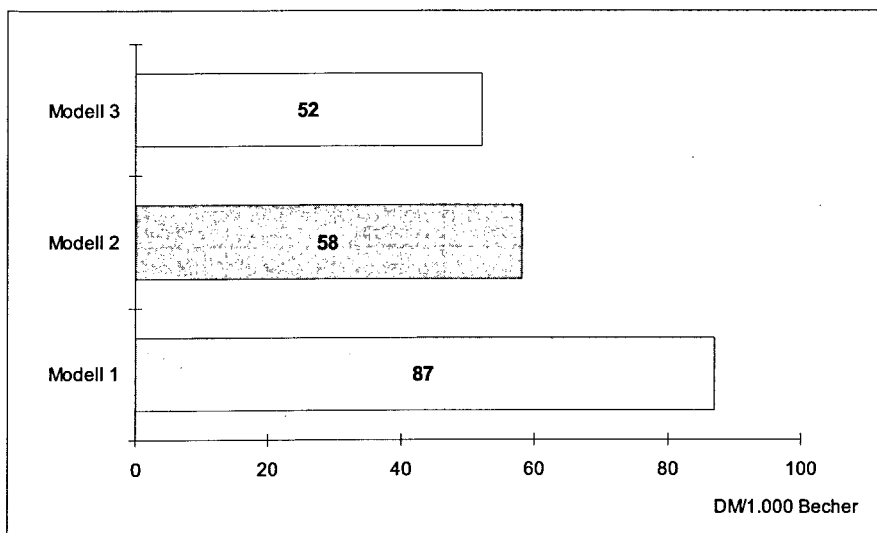


Abb. 3: Spezifische Gesamtinvestitionen je 1.000 Becher Fruchtojoghurt

4. Herstellungskosten

Die für die Modellabteilungen eingesetzten spezifischen Modellausrüstungen bilden einerseits die Grundlage für die Berechnung der Anlagekosten und dienen andererseits der Ableitung fixer und variabler Verbräuche der Produktionsfaktoren zur Ermittlung der

Herstellungskosten. Mit Hilfe von Simulationsrechnungen ergeben sich aus den Einsatzmengen der Produktionsfaktoren beschäftigungsabhängige Herstellungskosten für eine Jahresproduktion, die in Abhängigkeit von der Laufzeit der Anlagen und der Anzahl der Produktionstage modellspezifisch erfasst und mit aktuellen Preisen bewertet werden.

Der inhaltliche Schwerpunkt der nachstehenden Kostenanalysen ist auf die Darstellung des Einflusses differenzierter Kapazitätsgrößen und -auslastungen in den jeweiligen Kostenartengruppen der Herstellungskosten bei Beschäftigungen zwischen 20 und 100% gerichtet; einzelne Aspekte werden am Beispiel einer 60%igen Beschäftigung hervorgehoben.

4.1 Anlagekosten

Auf Basis der modellspezifischen Investitionsbeträge für maschinelle Anlagen, Gebäude und Grundstücke erfolgt die Berechnung der jährlichen Anlagekosten, die sich aus den Kostenarten Abschreibungen, Zinsen, Instandhaltung und Reparaturen (1) zusammensetzen.

Für variierende Beschäftigungsgrade sind in Tabelle 3 die auf den Output der Abteilung bezogenen Anlagekosten aufgeführt. Das Ausmaß der Anlagekosten in Abhängigkeit von Kapazitätsgröße und -auslastung umfasst Beträge zwischen 0,88 und 6,54 Pf/Becher Joghurt, was einem Anteil an den Herstellungskosten von 5 bis 24% entspricht. Mit zunehmender Modellgröße sinkt der Anteil der Anlagekosten an den Herstellungskosten, und die modellspezifischen Anlagekosten verringern sich in den Beschäftigungsvarianten von Modell 1 zu Modell 3 um fast 40%.

Tab. 3: Modellspezifische Anlagekosten

Beschäftigungsgrad %	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
	Anlagekosten	Anteil an Herst.-kosten	Anlagekosten	Anteil an Herst.-kosten	Anlagekosten	Anteil an Herst.-kosten
	Pf/Be	%	Pf/Be	%	Pf/Be	%
100 (3-Schicht-Betrieb)	1,43	7	0,97	5	0,88	5
60 (2-Schicht-Betrieb)	2,28	10	1,54	8	1,39	7
20 (1-Schicht-Betrieb)	6,54	24	4,42	19	3,99	18

In der Variationsbreite von 100 bis 20% führt die verminderte Kapazitätsauslastung zu einer 4,6-fachen Kostenerhöhung, die sich z.B. im Modell 1 mit mehr als 5 Pf/Becher beziffern lässt. Da die Anlagekosten als jahresfixe Einzelkosten verrechnet werden, erklärt sich bei sinkender Kapazitätsauslastung die progressive Kostenentwicklung.

Wie sich die Anlagekosten pro Becher zusammensetzen und welchen Veränderungen sie bei zunehmender Modellgröße unterliegen, wird in Abbildung 4 am Beispiel einer Beschäftigung im 2-Schicht-Betrieb veranschaulicht.

In allen Modellen verursachen die Abschreibungen und Zinsen die höchsten Kosten, so dass die Höhe der modellspezifischen Anlagekosten zu rd. 86% durch diese Kostenarten geprägt ist.

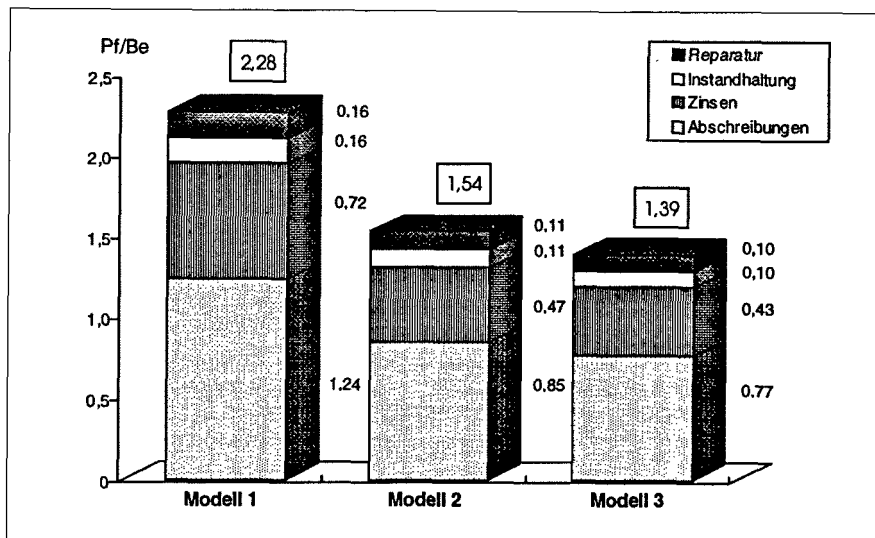


Abb. 4: Zusammensetzung der modellspezifischen Anlagekosten, 2-Schicht-Betrieb

4.2 Personalkosten

Der in den Modellen kalkulierte Arbeitszeitverbrauch führt zu den Personalkosten, die in Tabelle 4 für variierende Beschäftigungen aufgezeigt werden.

Unter den Bedingungen einer 5-Tage-Arbeitswoche mit 250 Produktionstagen pro Jahr liegen die Personalkosten unter Einbeziehung von vier Überstunden pro Woche in den angeführten Beschäftigungssituationen zwischen 0,72 Pf/Becher (Modell 1–20% Beschäftigung) und 0,22 Pf/Becher (Modell 3–80 bzw. 60% Beschäftigung). Auffallend ist, dass in allen Modellen die Personalkosten bei 80% Beschäftigung am günstigsten liegen und damit geringer als bei einer Beschäftigung von 100% sind. Als Ursache sind Personalkostenänderungen durch Schichtarbeit (1) anzuführen, die in dieser Beschäftigungssituation beim Übergang zur 2-Schichtarbeit eine sprunghafte Personalkostenminderung bewirken.

Zur Analyse der Personalkosten wird der Verbrauch von Arbeitszeit sowie die erforderliche Anzahl von Arbeitskräften herangezogen. Tabelle 5 weist die betriebszeitabhängigen Arbeitszeitverbräuche aus, die sich je nach Verursachung im Arbeitsablauf als tagesfixe oder mengenproportionale Verbräuche ergeben.

Den Arbeitsaufgaben entsprechend verrichten Arbeitskräfte unterschiedlicher Qualifikationen Tätigkeiten, die zu einem täglichen fixen Verbrauch von Arbeitszeit führen. Während die Maschinenführer und Facharbeiter die produktionstechnischen Vorbereitungs- und Abschlussarbeiten und die Überwachung der CIP-gesteuerten Reinigungs- und Desinfektionsabläufe ausführen, übernehmen die Arbeiter zwei verschiedener Lohngruppen die tägliche Flächen- und manuelle Anlagenreinigung. Mit zunehmender Modellgröße erhöht sich durch die Kapazitäts- und Flächenerweiterung der fixe Arbeitszeitverbrauch von insgesamt 5 auf 11 Stunden, was sich unter Beachtung des Abteilungsausgangs jedoch kostenseitig kaum auswirkt.

Tab. 4: Modellspezifische Personalkosten

Beschäftigungsgrad %	Prod.-tage/ Jahr	Prod.-stunden/ Tag	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
			Personal-kosten Pf/Be	Anteil an Herst.-kosten %	Personal-kosten Pf/Be	Anteil an Herst.-kosten %	Personal-kosten Pf/Be	Anteil an Herst.-kosten %
100	250	20	0,67	3	0,35	2	0,24	1
80	250	16	0,61	3	0,32	2	0,22	1
60	250	12	0,62	3	0,33	2	0,22	1
33	250	6,6	0,63	3	0,37	2	0,24	1
20	250	4	0,72	3	0,45	2	0,27	1

Tab. 5: Tagesfixer und mengenproportionaler Arbeitszeitverbrauch

Lohngruppe	Arbeitszeit-bewertung DM/h	Arbeitszeitverbrauch					
		tagesfix h/d Modelle			mengenproportional h/1.000 Be Output Modelle		
		1	2	3	1	2	3
Maschinenführer	31,77	0,5	1,0	2,0	0,0543	0,0301	0,0211
Facharbeiter	28,96	1,0	1,5	2,0	0,0634	0,0151	0,0120
Arbeiter	23,86-25,71 ¹⁾	3,5	5,0	7,0	0,0543	0,0241	0,0150

¹⁾ Bewertung für zwei Lohngruppen mit differenzierten Arbeitsanforderungen

Die mengenproportional zu leistenden Arbeitsstunden, die als outputbezogene Faktor mengen in der Tabelle erscheinen, ergeben sich für Maschinenführer aus den Arbeitsgängen der Überwachung und Steuerung der Misch- und Fermentationsanlagen sowie der Bedienung kompletter Abfülllinien. Ein Vergleich des Arbeitszeitverbrauchs macht deutlich, dass vom kleinsten zum größten Modell die outputbezogenen Arbeitsstunden auf ein Drittel zurückgehen. Obwohl im Modell 3 drei Abfüllanlagen mit jeweils einem Maschinenführer zum Einsatz kommen, ist dieses Ergebnis folgerichtig, da die stündliche Abfüllleistung der Abteilung, die zur Verrechnung einer Arbeitsstunde eingesetzt wird, über die Modelle um das Sechsfache ansteigt. Die Tendenz der Minderung des modellspezifischen Arbeitszeitverbrauchs setzt sich noch verstärkt für die Lohngruppen der Facharbeiter, die für die Überwachung der Kühltunnel und Kühltage verantwortlich sind und der Arbeiter, die die kontinuierliche Bereitstellung der Zusatzstoffe und Packmittel sichern, fort. Der hohe Anteil vollautomatischer Arbeits- und Transportabläufe erfordert in der Joghurtabteilung nur noch ein geringes Maß an manuellen Arbeiten, so dass die Kapazitätserweiterungen über die Modelle eine unterproportionale Entwicklung des mengenabhängigen Arbeitszeitverbrauches bewirkt.

Neben den betriebszeitbedingten Arbeitszeitverbräuchen sind jahresfixe Beträge zu berücksichtigen, die sich aus der Anzahl der planmäßig beschäftigten Arbeitskräfte ergeben. Bei einer Beschäftigung im 2-Schicht-Betrieb sind unter Anrechnung der Ausfallzeiten wie Urlaub, Krankheit u.a. über das Jahr gesehen im

Modell 1: 9 Arbeitskräfte (3 Maschinenführer, 2 Facharbeiter, 4 Arbeiter)

Modell 2: 12 Arbeitskräfte (5 Maschinenführer, 2 Facharbeiter, 5 Arbeiter)

Modell 3: 16 Arbeitskräfte (7 Maschinenführer, 4 Facharbeiter, 5 Arbeiter)

tätig. Für die größeren Modellabteilungen ist zusätzlich ein Abteilungsleiter eingeplant, dessen Jahresarbeitsstunden in den Personalkosten der Modellkalkulation enthalten sind.

4.3 Kosten für Energie, Hilfs- und Zusatzstoffe, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial

Die Kostenartengruppen Energie, Hilfs- und Zusatzstoffe, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial ergänzen die Herstellungskosten. In Tabelle 6 werden dazu am Beispiel der drei Beschäftigungssituationen die modellspezifischen Stückkosten ausgewiesen, die sich aus den bewerteten outputbezogenen Verbrauchsmengen ergeben.

Tab. 6: Kosten für Energie, Hilfs- und Zusatzstoffe, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial

Beschäftigungsgrad %	Modell 1				Modell 2				Modell 3			
	Energie	Hilfs-, Zusatzstoffe	Betriebsstoffe	Verp.-material	Energie	Hilfs-, Zusatzstoffe	Betriebsstoffe	Verp.-material	Energie	Hilfs-, Zusatzstoffe	Betriebsstoffe	Verp.-material
	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be	Pf/Be
100 (3-Schicht-Betrieb)	0,59	12,82	0,08	6,12	0,37	11,99	0,07	6,06	0,32	11,43	0,06	6,01
60 (2-Schicht-Betrieb)	0,69	12,84	0,11	6,12	0,43	12,00	0,08	6,06	0,37	11,44	0,07	6,01
20 (1-Schicht-Betrieb)	1,23	12,93	0,24	6,13	0,74	12,06	0,16	6,07	0,63	11,49	0,12	6,01

In Abhängigkeit von Kapazitätsauslastung und -größe sind für die Kostenarten Energie und Betriebsstoffe die größten Kostendegressionseffekte zu erwarten. In allen Modellen verdoppeln sich die Energiekosten, wenn die Beschäftigung vom 3-Schicht- auf den 1-Schicht-Betrieb zurückgeht. Auch zwischen den Modellgrößen treten Kostendifferenzen auf, die sich mit abnehmender Beschäftigung noch vergrößern, so beträgt die Kostendifferenz zwischen kleinstem und größtem Modell bei 20% Beschäftigung 0,6 Pf/Becher.

Bei den Betriebsstoffen verdreifachen sich die Kostendifferenzen zwischen 100 und 20% Beschäftigung, doch da die Kosten zwischen 0,06 und 0,24 Pf/Becher liegen, ist ihr Einfluss auf die Entwicklung der Herstellungskosten geringer als der bei den Energiekosten.

In den Kostenpositionen Hilfs- und Zusatzstoffe und Verpackungsmaterial wirken sich Veränderungen in den Beschäftigungsgraden kaum aus; nur unter dem Einfluss der Kapazitätsgröße sind Kostensenkungen von 0,1 Pf/Becher bei Hilfs- und Zusatzstoffen und 1,4 Pf/Becher beim Verpackungsmaterial festzustellen.

Der Verbrauch der einzelnen Kostenarten wird in Tabelle 7 am Beispiel einer zweischichtigen Produktionsorganisation aufgeführt.

Jahresfixe Verbrauchsangaben sind für den Energieträger Kälte (direkt) ausgewiesen. Dieser Verbrauch fällt im Kühllager an, das ganzjährig in Betrieb ist.

Tab. 7: Verbrauch an Energie, Hilfs- und Zusatzstoffen, Betriebsstoffen und Verpackungsmaterial

Kostenarten	Einheit	Modell 1		Verbrauch Modell 2		Modell 3		Preis ² Pf/E
		tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	
Energie								
Fremdstrom	kWh	1.423,0	9,39	2.098,0	4,97	3.381,0	4,06	11,65
Wasser	m³	75,2	0,48	129,6	0,29	219,2	0,23	434,93 ⁴
Eigendampf	t	3,9	0,01	6,9	0,01	12,4	0,01	3.883,00
Kälte, direkt	MJ	1.110.000,0 ³	-	1.820.250,0 ³	-	2.794.800,0 ³	-	2,94
Kälte, indirekt	MJ	-	49,23	-	47,94	-	47,92	1,77
Druckluft	m³	166,0	9,78	320,0	6,48	502,0	4,99	1,90
Hilfs- u. Zusatzstoffe								
Kristallzucker	kg	5,0	8,69	15,0	8,68	30,0	8,68	141,00-143,50 ⁵
Erdbeerzubereitung	kg	10,0	27,10	20,0	27,08	40,0	27,07	300,00-350,00 ⁵
Milcheiweißzeugnis	kg	0,5	1,87	0,8	1,87	1,5	1,87	1.000,00
Direktstarterkultur	Btl.	-	0,02	-	0,02	-	0,02	9.500,00
Betriebsstoffe								
Reinigungsmittel (alk.)	kg	45,2	-	93,1	-	128,6	-	302,41 ⁶
Reinigungsmittel (sauer)	kg	5,1	-	8,7	-	12,7	-	243,92 ⁶
Schaumreiniger	kg	4,6	-	7,3	-	11,8	-	359,39
Desinfektionsmittel	kg	16,7	0,09	19,4	0,09	21,3	0,09	200,93 ⁶
Heißkleber	kg	-	0,06	-	0,06	-	0,06	450,00
Verpackungsmaterial								
Becher (PS)	St	12,0	1.020,00	36,0	1.020,00	72,0	1.020,00	2,00-2,10 ⁵
Platine (Al)	St	12,0	1.020,00	36,0	1.020,00	72,0	1.020,00	1,05
DSD-Gebühr								2,04
Steigenzuschnitt	St	2,0	50,53	4,0	50,52	12,0	50,51	14,60-14,80 ⁵
Zwischenlage	St	-	1,99	-	1,99	-	1,99	32,80
Stretchfolie	kg	-	0,12	-	0,12	-	0,12	300,00

¹⁾ je 1.000 Becher Output

²⁾ Preisstand 1999

³⁾ jahresfixer Verbrauch

⁴⁾ Mischpreis aus Frisch- (289 Pf/m³) u. Fr.- u. Abwasser (659 Pf/m³)

⁵⁾ gestaffelt nach Abnahmemenge

⁶⁾ Mischpreis aus mehreren Komponenten

Der Verbrauch tagesfixer Faktormengen bezieht sich bei den genannten Energiearten und Betriebsstoffen auf die Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten an den Anlagen, Behälter- und Rohrsystemen sowie Flächen. Ca. 15% des ausgewiesenen Stromverbrauches ist auf die Beleuchtung der Produktions- und Transporträume zurückzuführen.

In den Kostenartengruppen Hilfs- und Zusatzstoffe sowie bei dem Verpackungsmaterial entspricht der tagesfixe Verbrauch den Verlusten, die beim An- und Ausfahren der Anlagen auftreten.

Die mengenproportionalen Verbräuche aller Kostenarten sind outputbezogen. Sie werden als direkte Verbräuche am Entstehungsort erfasst und nach Addition auf Abteilungsebene durch den Output geteilt. Im Energiebereich steht der mengen-

abhängige Verbrauch im engen Zusammenhang mit den maschinentypischen Leistungsdaten der Anlagen. Wie Kostenanalysen ergeben, liegt der Stromverbrauch bei der Joghurtbereitung am höchsten, als energieintensiv zeigen sich hier besonders der Homogenisator, die Erhitzer und die Vielzahl der Pumpen. Mit zunehmender Modellgröße erhöht sich durch den Einsatz leistungstärkerer Anlagen der absolute Stromverbrauch. Da der Output jedoch vom Modell 1 zum Modell 2 auf das Dreifache ansteigt und er sich von Modell 2 zum Modell 3 noch einmal verdoppelt, verhält sich der anlagebedingte Stromverbrauch degressiv zur Joghurtmenge und sinkt im Modell 3 auf mehr als die Hälfte.

Eine ähnliche Entwicklung ist auch im Verbrauch von Wasser zu verzeichnen, das mengenproportional als Kühl- und Prozesswasser anfällt. Im Mengenverbrauch erscheint die Energieart Wasser als eine Position, die sich aus Frischwasser sowie Frisch- und Abwasser zusammensetzt. Für die Modellkalkulationen erfolgte eine getrennte Erfassung und Bewertung des Verbrauches, aus dem sich der Mischpreis in der Tabelle ableitet.

Die mengenabhängigen Verbräuche von Dampf und Kälte (indirekt) gehen bei der Joghurtbereitung auf den Erwärmungs- bzw. Abkühlprozess in den Wärmeaustauschern zurück. Ein weiterer Verbrauch ergibt sich an den Abfüllanlagen bei der Sterilisation der Packmittel und aus dem Einsatz der Kühltunnel.

Für die Steuerung der Produktionsanlagen wird Druckluft verwendet, die im Faktorverbrauch für Luft mit der erforderlichen Sterilluftmenge zur Sicherung der ultracleanen Betriebsweise auf der Abfüllstrecke zusammengefasst ist.

Abbildung 5 stellt die Kosten für Wasser, Strom, Kälte, Dampf und Druckluft für die einzelnen Modelle (2- Schicht- Betrieb) dar.

In der Gruppe der Hilfs- und Zusatzstoffe entsprechen die mengenproportionalen Verbrauchsangaben dem Mengenanteil im Endprodukt. Für die Zusatzstoffe Erdbeerbereitung und Milcheiweißerzeugnis sind Hersteller ausgewählt worden, deren spezielle, betriebsinterne Rezepturen sich in den Preisangaben niederschlagen. Rabatte entsprechend der Abnahmemengen für Kristallzucker und Erdbeerbereitung sind in den Modellkalkulationen berücksichtigt. Die Kostendegressionen zwischen den Modellen sind den Preisunterschieden zuzuschreiben.

Der mengenproportionale Verbrauch an Verpackungsmaterial je 1.000 Becher Output bleibt in allen Modellen konstant. Neben dem produktspezifischen Anteil zur Verpackung des anfallenden Joghurts enthält die Faktormenge für den vorgefertigten Kunststoffbecher (Polysterol, 6-Farbdruck) und die Platine (Aluminium, 6-Farbdruck) mengenabhängige Verluste, die im Produktionsablauf anfallen. Für die Produktverpackung sind gemäß der Liefermenge differenzierte Preise eingesetzt, die mit zunehmender Modellgröße zu einer Senkung der Verpackungskosten führen. Steigenzuschnitte, die auf eine Aufnahmemenge von 20 Bechern ausgerichtet sind, Zwischenlagen, die dreimal je Palette zur Versteifung eingesetzt werden und Stretchfolie zur Ummantelung der Paletten ergänzen die mengenabhängigen Faktorverbräuche in dieser Kostenarten-Gruppe.

Die DSD-Gebühr, die der Verpackungsart Becher mit rd. 2 Pfennig angelastet wird, bestimmt mit einem Drittel die Höhe der Verpackungsmaterialkosten; ein weiteres Drittel ist auf den vorgefertigten Kunststoffbecher zurückzuführen.

Einen grafischen Überblick über die Zusammensetzung der Herstellungskosten bietet Abbildung 6, die für Modell 1 und 3 die einzelnen Kostenarten in ihren prozentualen Anteilen widerspiegelt.

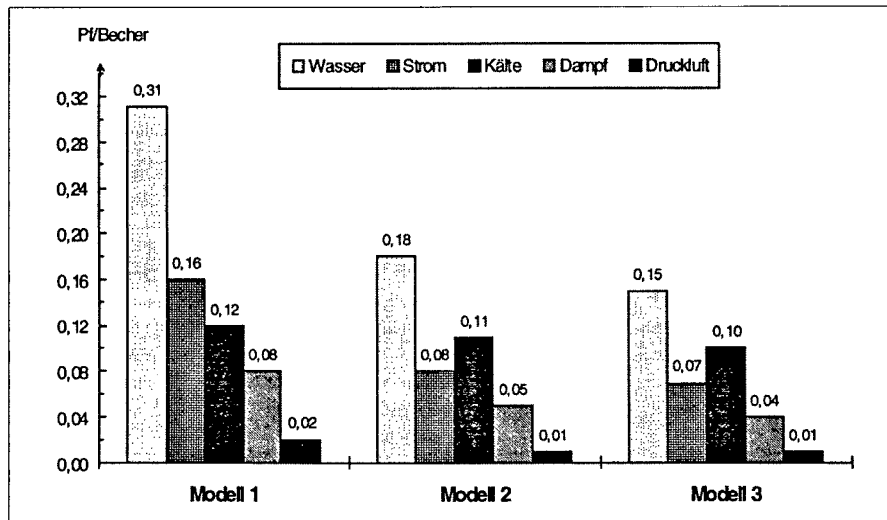


Abb. 5: Zusammensetzung der modellspezifischen Energiekosten, 2-Schicht-Betrieb

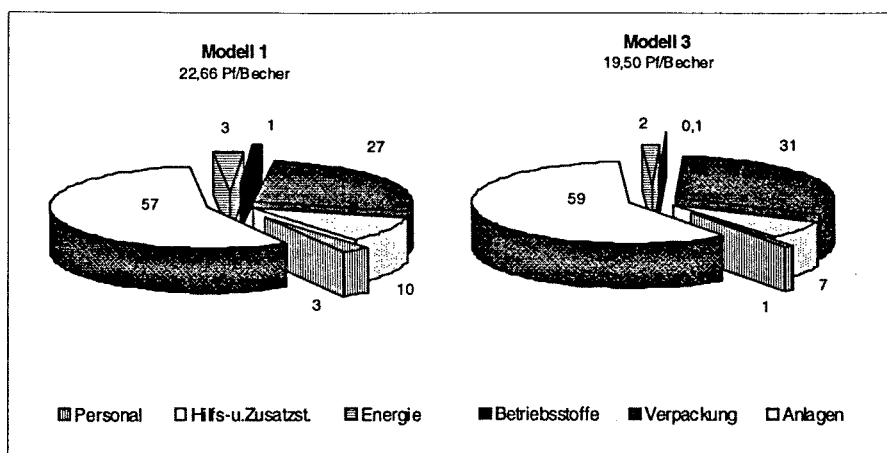


Abb. 6: Zusammensetzung der Herstellungskosten im 2-Schicht-Betrieb in Prozent

5. Rohstoffkosten

Die Einbeziehung des Rohstoffs in die Kostenrechnung setzt eine verursachungsgerechte Rohstoffverbrauchsbestimmung (1, 6, 7, 8) voraus. Der methodische Ansatz stützt sich auf die systematische Untersuchung des Produktionsprozesses, um mögliche Verbrauchs- und Verlustquellen im Mengenverlauf der Abteilung nachzuweisen. Unter Berücksichtigung molkereipraktischer Erfahrungen werden verfahrenstechnisch bedingte Verluste sowie Zusatzstoffbeigaben in der Rohstoffmengenrechnung der Abbildung 7 aufgezeigt.

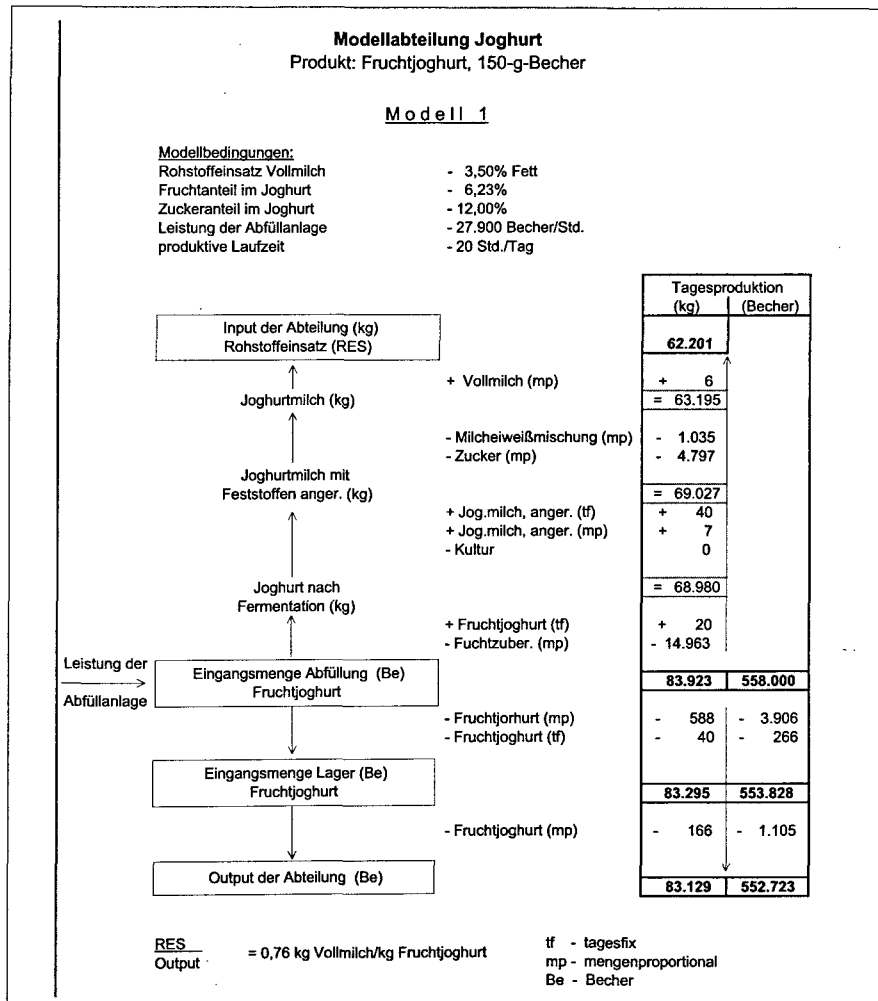


Abb. 7: Schema zur Rohstoffmengenberechnung

Der schematisierte Rohstofffluss (hier Modell 1) enthält die Rohstoffeinsatzmengen eines Produktionstages, die für den Output der Abteilung kalkuliert sind. Ausgangspunkt der pfeilfolgenden Input-Outputbetrachtung ist die Leistung der kapazitätsbestimmenden Abfüllanlage, deren produktive Laufzeit die Eingangs- und Ausgangsmenge an abgefüllten Bechern bestimmt.

Die in der Darstellung aufgeführten unterschiedlichen Bezugsgrößen – Input (kg), Output (Becher) – resultieren aus der quantifizierten Rohstoff- und Produktmengen-ermittlung. Maßgeblich hierbei ist die Feststellung, dass die Umrechnung des Fruchtjoghurts von Becher in Kilogramm nach Hinweisen aus der Praxis auf einer Füllmenge von 150,4 g/Becher basiert.

Der aufwärts gerichtete Fließweg beinhaltet die der Eingangsmenge der Abfüllung zugerechneten Verluste, die sich tagesfix aus den verbleibenden Restmengen der Tankanlagen und Rohrleitungen sowie mengenproportional aus den Probenahmen für Laboruntersuchungen und eventuell auftretenden Leckagen zusammensetzen. Werden die Zusatzstoffe Fruchtzubereitung, Zucker und Milcheiweißerzeugnis in den entsprechenden Produktstufen abgesetzt, errechnet sich der tatsächliche Rohstoffeinsatz (RES) als Input der Abteilung. Da der Hilfsstoff Kultur als Direktstarterkultur in sehr geringen Mengen (Aktivitätseinheiten) Anwendung findet, stellt er für die Mengenrechnung keine Einflussgröße dar.

Gemäß der abwärtsweisenden Pfeilrichtung werden produktspezifische Fruchtojoghurtverluste angezeigt, die tagesfix durch das Aussortieren von Bechern bei Produktionsbeginn auftreten und mengenproportional auf Kontrolluntersuchungen, Mängelercheinungen während der Produktion sowie Transportschäden zurückzuführen sind. Mit dem Abzug dieser Verluste von der Eingangsmenge der Abfüllung ergibt sich der Output der Abteilung. Die Relation Input : Output lässt erkennen, dass für die Herstellung eines kg Fruchtojoghurts 0,76 kg Milch zum Einsatz kommen.

Die in den Modellen verrechneten Verluste, die als Nebenprodukte verwertet werden, entsprechen rd. 1% des Outputs. Tabelle 8 nennt Faktormengen und -preise, die in die Berechnung der Rohstoffkosten einfließen.

Tab. 8: Tagesfixe und mengenproportionale Rohstoffverluste (Nebenproduktenfall)

Verluste/ Nebenprodukte	Einheit	Preis Pf/E	Ursachen	Entstehungsort	Modelle		
					1	2	3
tagesfix							
Spülmilch mit Feststoffen	kg	19,74	Reinigung Misch-, Fermentations-tanks, Rohrleitungen, Pumpen	Joghurtbereitung	40	80	120
Fruchtojoghurt, lose	kg	37,00	Reinigung Frucht-mischtanks, Rohrleitungen, Pumpen	Joghurtbereitung	20	40	60
Fruchtojoghurt, abgepackt	Be	10,00	Anfahren, Entleeren, Abfüllanlage	Abfüllung	40	80	120
mengenproportional					Modell 1 - 3		
Vollmilch	kg	52,01	Probenahme	Joghurtbereitung	0,01 % v. RES		
Joghurtmilch mit Feststoffen	kg	19,74	Probenahme	Joghurtbereitung	0,01 % v. Joghurtmilch m. Festst.		
Fruchtojoghurt, abgepackt	Be	10,00	Aussortieren mangelhafter Becher, Probenahmen, Transportschäden	Abfüllung, Lager	0,91 % v. Output		

Zur Ermittlung der Rohstoffkosten wird der Rohstoffverbrauch in die Komponenten Fett und Nichtfett unterteilt und getrennt bewertet; den Fettwert markieren 716,8 Pf/kg, den Nichtfettwert 27,9 Pf/kg (1). Auf dieser Basis ergibt sich für den Rohstoffeinsatz Milch mit 3,5% Fett ein Rohstoffwert von 52,01 Pf/kg, der als Brutto-Rohstoffkosten des Endproduktes in die Berechnung eingeht (Tabelle 9). Die Berücksichtigung der Erlöse aus der Nebenproduktverwertung führen zu einer Reduzierung der Brutto-Rohstoffkosten und damit zu den Netto-Rohstoffkosten.

Bei einer Beschäftigung von 60% (2-Schicht-Betrieb) errechnen sich Netto-Rohstoffkosten zwischen 5,85 und 5,86 Pf/Becher. Da der Rohstoffverbrauch fast ausschließlich in Abhängigkeit zur erzeugten Menge steht und nur die tagesfixen Verluste und die Erlöse aus der Nebenproduktverwertung zu geringen Abweichungen zwischen den Modellen führen, treten kaum Differenzen zwischen den Modellen, auch bei abweichenden Beschäftigungssituationen, auf.

Tab. 9: Rohstoffkosten für Fruchtojoghurt, 2-Schicht-Betrieb

Rohstoffarten	Modell 1 Pf/Be	Modell 2 Pf/Be	Modell 3 Pf/Be
Brutto-Rohstoffkosten			
- Fett	2,87	2,87	2,87
- Nichtfett	3,08	3,08	3,08
insgesamt	5,95	5,95	5,95
Erlöse aus Nebenprodukten			
- Spülmilch, Joghurtmilch, Fruchtojoghurt	0,10	0,10	0,09
Netto-Rohstoffkosten	5,86	5,85	5,85

6. Gesamtkosten der Abteilung

Die bei der Herstellung des Fruchtojoghurts ermittelten Kosten werden mit den sich aus der Rohstoffrechnung ergebenden Netto-Rohstoffkosten zu den Gesamtkosten der Abteilung zusammengefasst. Tabelle 10 gibt die modellspezifischen Gesamtkosten wieder, die am Beispiel der Produktion von Fruchtojoghurt im 150-g-Becher für die Modellabteilungen im 2-Schicht-Betrieb kalkuliert sind.

Tab. 10: Modellspezifische Gesamtkosten, 2-Schicht-Betrieb

Kostenarten	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
	Pf/Be	%	Pf/Be	%	Pf/Be	%
Personal	0,62	2	0,33	1	0,22	1
Energie u. Betriebsstoffe	0,80	3	0,52	2	0,44	2
Hilfs- u. Zusatzstoffe	12,84	45	12,00	46	11,44	45
Verpackungsmaterial	6,12	22	6,06	23	6,01	24
Anlagen	2,28	8	1,54	6	1,39	5
Herstellungskosten	22,66	80	20,46	78	19,50	77
Netto-Rohstoffkosten	5,86	20	5,85	22	5,85	23
Gesamtkosten	28,52	100	26,31	100	25,36	100

Die Kalkulationsergebnisse zeigen, dass sich die Gesamtkosten im 2-Schicht-Betrieb mit zunehmender Modellgröße von 28,52 Pf/Becher im Modell 1 auf 25,36 Pf/Becher im Modell 3 verringern. Die Differenz um 3,16 Pf/Becher resultiert ausschließlich aus den Herstellungskosten, deren Anteil an den Gesamtkosten 77-80% beträgt. Bei der Herstellung dieses Produktes entfallen nur 20-23% auf die Rohstoffkosten, da entsprechend der Rezeptur 24% des Rohstoffs durch kostenintensive Zusatzstoffe ersetzt werden. Die Kosten für Hilfs- und Zusatzstoffe sind mit 11,44 bis 12,88 Pf/Becher in den Modellen vertreten und übertreffen mit 45% der Gesamtkosten sowohl die Rohstoff- als auch die Verpackungskosten um das Zweifache. Die Verpackungsmaterialkosten, die mit über 20% die Gesamtkosten bestimmen, fallen zwar in allen Modellen in fast gleicher Höhe von rd. 6 Pf/Becher an, doch nimmt ihre Bedeutung aufgrund des leichten prozentualen Anstiegs bis zum Modell 3 zu. Die Verminderung der Anlagekosten lässt erkennen, dass sich die Stückkosten des Modells 1 auf 61% im Modell 3 verringern. Die Personalkosten, die den kleinsten Anteil an den Gesamtkosten ausmachen, reduzieren sich mit zunehmender Modellgröße auf ein Drittel und lassen den Rückschluss zu, dass der Einfluss der Kapazitätsgröße stärker als in den anderen Kostenarten ist.

Um die Auswirkungen der Kapazitätsgröße und Beschäftigung auf die Entwicklung der modellspezifischen Gesamtkosten zu identifizieren, werden die Gesamtstückkosten der drei Modelle in vier ausgewählten Beschäftigungsvariationen in Tabelle 11 dargestellt.

Mit zunehmender Modellgröße und steigendem Beschäftigungsgrad stellen sich erwartungsgemäß Kostendegressionen bei den Gesamtstückkosten ein. Die Gesamtkosten betragen im größten Modell bei höchster Beschäftigung 24,78 Pf/Becher und steigen mit abnehmender Modellgröße und sinkendem Beschäftigungsgrad auf 33,67 Pf/Becher.

Die beschäftigungsabhängige Gesamtkostenentwicklung innerhalb der Modelle zeigt, dass zwischen dem 1-Schicht- und 3-Schicht-Betrieb eine Stückkostensenkung in der Reihenfolge der Modellgrößen von 6,10 und 4,11 Pf/Becher sowie 3,60 Pf/Becher eintritt, wobei sich der Degressionseffekt mit zunehmender Modellgröße verringert.

Tab. 11: Modellspezifische Gesamtkosten in Abhängigkeit von Kapazitätsauslastung und -größe

Beschäftigung %	Modell 1 27.900 Becher/h		Modell 2 83.700 Becher/h		Modell 3 167.400 Becher/h	
	Output der Abteilung Mio. Be/a	Stück- kosten Pf/Be	Output der Abteilung Mio. Be/a	Stück- kosten Pf/Be	Output der Abteilung Mio. Be/a	Stück- kosten Pf/Be
100 (3-Schicht-Betrieb)	138,2	27,57	414,6	25,66	829,3	24,78
80 (erweiterter 2-Schicht-Betrieb)	110,5	27,89	331,7	25,88	663,4	24,98
60 (2-Schicht-Betrieb)	83,2	28,52	249,6	26,31	499,2	25,36
20 (1-Schicht-Betrieb)	27,6	33,67	82,9	29,77	165,9	28,38

Ähnliche Auswirkungen sind unter dem Einfluss der Kapazitätsgröße zu beobachten. Obwohl der Output von Modell 1 zum Modell 3 auf das Sechsfache ansteigt, sind die Kostendifferenzen zwischen diesen Kapazitätsgrößen mit 2,79 Pf/Becher bei 100% Beschäftigung und 5,29 Pf/Becher bei 20% Beschäftigung geringer als diejenigen der Kapazitätsauslastung.

Abbildung 8 veranschaulicht den aus den Stückkostenfunktionen der drei Modelle abgeleiteten Stückkostenverlauf der Fruchtojoghurtherstellung in Abhängigkeit von Kapazitätsgröße und Beschäftigung. Im Verlauf der Stückkostenkurve, der die Rohstoffkosten einschließt, sind starke Kostendegressionseffekte nur bei Jahresproduktionsmengen unter 100 Millionen Bechern Fruchtojoghurt zu erkennen; die Gesamtkosten betragen hier 28,75 Pf/Becher. Danach flacht die Kostenkurve stark ab und erreicht bei einer Jahresproduktion von 200 Millionen Bechern Stückkosten in Höhe von 26,59 Pf/Becher. Mit der Ausweitung der Kapazität auf 500 Millionen Becher/Jahr, ist eine weitere Kostensenkung von 1,3 Pf/Becher möglich. Geht die Produktion über diese Menge hinaus, ist anhand des fast linearen Kostenverlaufs nur noch eine geringe Degression erkennbar.

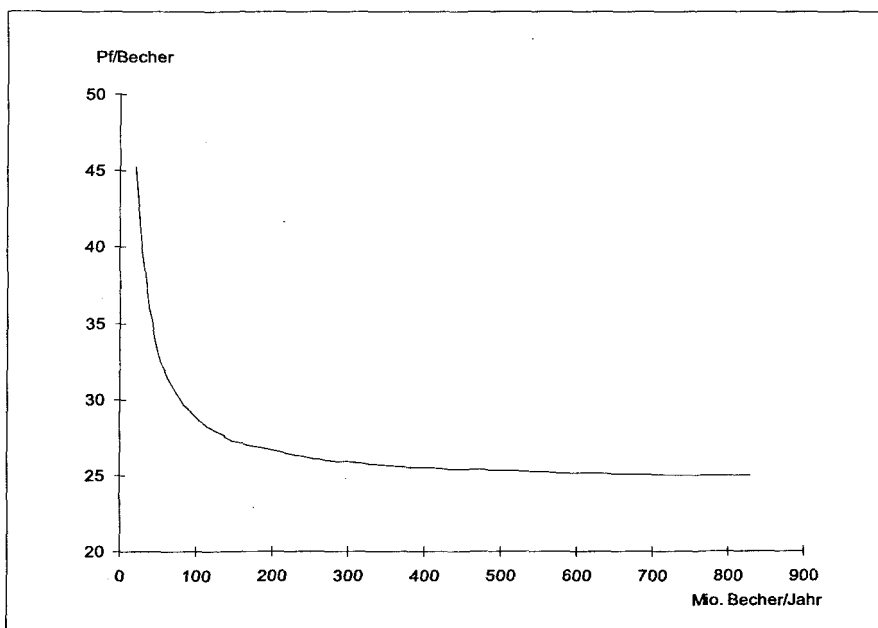


Abb. 8: Stückkostenkurve Fruchtojoghurt, 150-g-Becher (mit Rohstoffkosten)

7. Literaturverzeichnis

- (1) Wietbrauk, H., Krell, E., Hargens, R., Longuet, D.: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 42 (3) 371-428 (1990)
- (2) Klupsch, H.J.: Saure Milcherzeugnisse, Milchmischgetränke und Desserts. 214-222 (1992)
- (3) PM Pack Marketing GmbH: Bericht zum Füllgutbereich "Joghurt". Nr. 31/1997
- (4) Lausitzer Früchteverarbeitung GmbH: Produktspezifikation
- (5) N.N.: Auswertung diverser Prospekt- und Datenmaterialien der Maschinenhersteller

- (6) Neitzke, A., Krell, E., Biniasch, A., Longuet, D., Wietbrauk, H.: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **42** 429-533 (1990)
- (7) Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R., Krell, E.: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **50** 319-342 (1998)
- (8) Krell, E., Hargens, R.: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **51** (1) 27-50 (1999)

8. Zusammenfassung

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R.: **Die Kosten der Modellabteilung "Joghurt" am Beispiel der Herstellung von Rührjoghurt mit Früchten.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **52** (1) 23-46 (2000)

29 Kostenrechnung

Mit der Analyse des Kostenverlaufs in der Abteilung "Joghurt" wird die Aktualisierung der Modellabteilungsrechnung fortgeführt.

In drei Unterabteilungen – Joghurtbereitung, Abfüllung, Lager – wird untersucht, welche Kosten bei der Herstellung von Rührjoghurt mit Früchten, abgefüllt in 150-g-Kunststoffbechern, nach ihrer Verursachung auf Abteilungsebene entstehen.

Die Bestimmung der Abteilungs- und Stückkosten erfolgt in drei Modellgrößen, deren Kapazitäten entsprechend der Leistung der Abfülllinie 27.900 und 167.400 Becher/Stunde ausgelegt sind. In Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad, der für Werte zwischen 20 und 100% simuliert wird, lassen sich Kosten für 138,2 Mio. bis 829,3 Mio. Becher/Jahr ermitteln, die Produktionsmengen von rd. 20.800 t bis 124.700 t Joghurt entsprechen.

Die in Ansatz gebrachten Investitionen betragen im Modell 1 12 Mio. DM und erhöhen sich im Modell 3 auf 43,4 Mio. DM. Bezogen auf die jeweilige Outputmenge ergeben sich aus den Investitionssummen spezifische Investitionen, die mit zunehmender Modellgröße von 87 DM auf 52 DM/1000 Becher abfallen.

Bei einer Beschäftigung von 100% mit 250 Produktionstagen im Jahr errechnen sich modellspezifische Gesamtkosten in Höhe von 27,57 Pfim Modell 1, 25,66 Pfim Modell 2 und 24,78 Pf im Modell 3 je Becher Fruchtjoghurt.

Kostenanalysen bei einem Beschäftigungsgrad von 60% mit 250 Produktionstagen im Jahr zeigen, dass die modellspezifischen Gesamtkosten zu 45% von den Kosten für Hilfs- und Zusatzstoffe bestimmt werden. 22 - 24% entfallen auf die Verpackungsmaterialkosten, 20-23% auf die Rohstoffkosten, und mit 5-8% sind die Anlagekosten an den modellspezifischen Gesamtkosten beteiligt. Die Kosten für Energie und Betriebsstoffe sowie Personal werden je nach Modellgröße mit einem Anteil von 1-3% an den Gesamtkosten ausgewiesen.

Der Kostenanalyse ist zu entnehmen, dass mit zunehmender Modellgröße und steigender Produktionsmenge Stückkostendegressionen zu erzielen sind, wobei der Einfluss des Beschäftigungsgrades auf die Kostendegression höher ist als derjenige der Modellgröße.

Unter dem Einfluss von Kapazitätsauslastung und Kapazitätsgröße lassen sich nur im Bereich bis zu 100 Mio. Becher/Jahr starke Kostendegressionseffekte erzielen, die durch Simulationsrechnungen für verschiedene Variationen von Beschäftigungen belegt werden.

Summary

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R.: **Costs of the model department "yoghurt" at the example of the manufacture of stirred yoghurt with fruit.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 52 (1) 23-46 (2000)

29 Costing

By analyzing the cost development in the "yoghurt" department the model department calculation is being updated.

In the three subdepartments – production, filling and packaging of yoghurt – the principle of cost causation at the manufacture of stirred fruit yoghurt, filled in 150-g plastic cups, is investigated per department.

The determination of department costs and unit costs occurs in three model sizes, the capacities of which are designed according to the performance of the filling line fixed at 27 900 and 167 400 cups/hour. In function of the occupation rate simulated for values between 20 and 100%, it is possible to find out the costs for 138.2 Mio. to 829.3 Mio. cups/year corresponding to approx. 20 800 t up to 124 000 t yoghurt.

In model 1, the estimated investments amount to 12 Mio. DM, in model 3 they increase to 43.4 Mio. In correlation with the output, specific investments result from the invested amounts that decrease from 87 DM to 52 DM/1000 cups with increasing model size.

At an occupation rate of 100% with 250 production days per year model specific total costs per cup of fruit yoghurt amounting to 27.57 Pf in model 1, 25.66 Pf in model 2 and 24.78 Pf in model 3 are computed.

Cost analyses at an occupation rate of 60% with 250 production days per year show that the model specific costs are determined to 45% by the costs for factory supplies. Of the model-specific total costs, 22-24% are allocated to the costs for packaging material, 20-23% to raw material and 5-8% to the plant costs. Depending on the model size, the costs for energy consumption and supplies amount to 1-3% of the total costs.

The cost analysis reveals that with increasing model size and production quantity, unit cost digressions can be achieved. The occupation rate has a higher impact on the cost digression than the model size.

Depending on capacity utilization and capacity size, relevant cost digressive effects, documented by simulation calculations for different occupation rates, can only be reached in the range of up to 100 Mio. cup/year.

Résumé

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R.: **Coûts du département modèle "yaourt" pour la production de yaourt brassé aux fruits.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 52 (1) 23-46 (2000)

29 Calcul des coûts

La calculation du département modèle est mise à jour par l'analyse du développement des coûts dans le département "yaourt".

Dans les trois sous-départements – production, remplissage et emballage – le principe de la responsabilité des coûts lors de la production de yaourt brassé aux fruits, remplis dans des pots en plastique de 150-g, est analysé par département.

La détermination des coûts de département et des coûts unitaires se fait pour trois tailles de modèle dont les capacités sont définies selon la performance de la ligne de remplissage fixée à 27 900 et à 167 400 pots/heure. En fonction du degré d'occupation simulé pour des valeurs entre 20 et 100%, il est possible de déterminer les coûts pour 138,2 à 829.3 millions de pots par année, correspondant à env. 20 800 t à 124 000 t de yaourt.

Pour le modèle 1, les investissements évalués s'élèvent à 12 millions de DM, pour le modèle 3 à 43,4 millions. Par rapport au rendement respectif, les investissements spécifiques dépendent des sommes investies qui passent de 87 DM à 52 DM/1000 pots avec des tailles de modèles croissantes.

Avec un taux d'occupation de 100% avec 250 jours de production par an, les coûts spécifiques par pot de yaourt aux fruits sont évalués à 27,57 Pf dans le modèle 1, à 25,66 Pf dans le modèle 2 et à 24,8 Pf dans le modèle 3.

Des analyses de coûts avec un taux d'occupation de 60% avec 250 jours de production par an montrent que les coûts spécifiques de modèle dépendent à 45% des coûts d'exploitation. Pour l'ensemble des coûts globaux spécifiques de modèle, 22-24% sont attribués aux coûts pour le matériel d'emballage, 20-23% aux coûts pour les matières premières et 5-8% aux coûts pour les biens d'équipement. Dépendant de la taille du modèle, les coûts d'énergie et d'exploitation s'élèvent à 1-3% des coûts globaux.

L'analyse des coûts révèle qu'avec une taille de modèle et une quantité de production croissante, des dégressions de coûts unitaires peuvent être obtenues. Le taux d'occupation influence davantage la dégression des coûts que la taille du modèle.

Dépendant du degré d'utilisation de la capacité et de sa taille, des effets de dégression des coûts, documentés par des calculs de simulations pour différents taux d'occupation, ne sont réalisables que dans des dimensions jusqu'à 100 millions de pots/année.